

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(1) Publication number : 2000-092454
(43) Date of publication of application : 31.03.2000

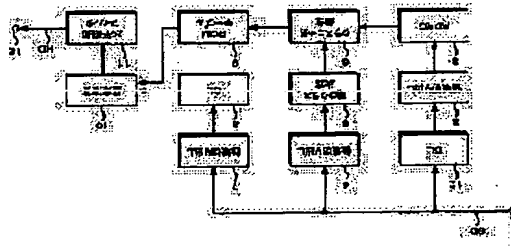
(51) Int. Cl.	H04N 7/01
(21) Application number : 10-260625	(71) Applicant : SONY CORP
(22) Date of filing : 14.09.1998	(72) Inventor : KONDO TETSUJIRO UCHIDA MASASHI

(54) DEVICE AND METHOD FOR IMAGE INFORMATION CONVERSION

(57) Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the conversion performance of an image information conversion process, especially as regards to a moving part.

SOLUTION: According to the output of an area segmentation circuit 4, a movement class determining circuit 5 detects a movement quantity by a block matching method, etc. Furthermore, the movement class determining circuit 5 determines a movement class according to the detected movement quantity. In this case, basically the movement class represents whether or not there is movement. Different from a conventional movement class, this class represents a more detailed movement. This movement class is supplied to a class code generating circuit to contribute to the generation of a final class, so that more detailed division as to a movement becomes possible and output image signal can be improved.



(12) 公開特許公報 (A)

(19) 日本国特許庁(JP)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-92454
(P 2000-92454A)
(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

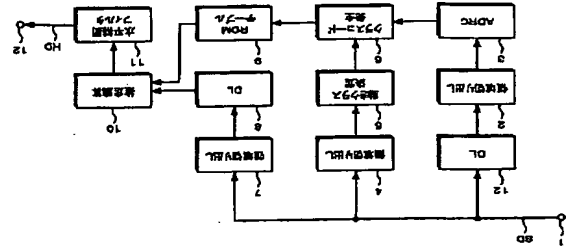
(51) Int. Cl. ⁷ H04N 7/01	識別記号 H04N 7/01	F I H04N 7/01	7-コード (参考) G 5C063
審査請求 未請求	請求項の数 9	OL	(全13頁)
(21) 出願番号 (22) 出願日	特願平10-260625 平成10年9月14日 (1998.9.14)	(71) 出願人 000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号 近藤 哲二郎 東京品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 内田 真史 東京品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 (74) 代理人 100082762 井理士 杉浦 正知 Fターム(参考) 5C063 BA03 BA08 BA12 CA01 CA05 CA40	

(54) 【発明の名称】 画像情報変換装置および画像情報変換方法

(57) 【要約】

【課題】 画像情報変換処理において、特に動き部分について変換性能を向上させる。

【解決手段】 領域抽出回路4の出力に基づき、動きクラス決定回路5において、ブロックマッチング法等の方法によって動き量を検出する。さらに、動きクラス決定回路5は、検出した動き量に基づいて動きクラスを決定する。この際に動きクラスは、基本的に動きの有無を表現する、従来の動きクラスとはことなり、よりきめ細かな動きを表現する。かかる動きクラスがクラスコード発生回路に供給され、最終的なクラスの生成に参与するため、特に動きに関してよりきめ細かなクラス分割が可能となり、出力画像信号を向上させることができる。



J1017 U.S. PRO
09/925742



08/10/01

すようなHD画素 y_1, y_2 の生成を行う場合について説明する。SD画素 $m_1 \sim m_n$ およびSD画素 $n_1 \sim n_m$ についてそれぞれ空間的に同一位置にある画素同士の間でフレーム間差分の平均値を求め、それをしきい値処理してクラス分類することにより、主に動きの程度に係るクラス分類を行う。同時に、図10に示すようなSD画素

$k_1 \sim k_e$ をADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)

$$y = w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + \dots + w_n \cdot x_n \quad (1)$$

かかる演算に使用されるSD画素 x_1, x_2, \dots, x_n の配列の一例を図11に示す。ここでは17個のSD画像が使用され、従って、 $n=17$ である。また、式

【0019】

【観測を解決するための手段】請求項1の発明は、入力画像信号から走査線構造の異なる出力画像信号を形成するようにした画像情報変換装置において、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第1の画像切り出し手段と、第1の画像切り出し手段によって切り出される画像データを用いて動き量を算出し、算出した動き量に基づいて、動きを表す動きクラスを決定し、決定される動きクラスに係る情報を出力する動きクラス抽出手段と、入力画像信号から所定の位置の画像データ切り出す第2の画像切り出し手段と、第2の画像切り出し手段によって切り出される画像データのレベル分布のパターンを抽出し、抽出されるパターンに基づいて画像データが属する空間クラスを決定し、決定される空間クラスに係る情報を出力する空間クラス抽出手段と、動きクラス抽出手段の出力と、空間クラス抽出手段の出力とを合成してクラスを決定するクラスコード発生手段と、クラスコード発生手段の出力に対応して予め決定された予測係数データを記憶する記憶手段と、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第3の画像切り出し手段と、クラスコード発生手段の出力に従って、記憶手段から選択される予測係数データと、第3の画像データ選択手段によって得られる画像データとを使用して、出力画像信号を推定するための演算処理を行う演算処理手段とを有することを特徴とする画像情報変換装置である。

【0020】請求項9の発明は、入力画像信号から走査線構造の異なる出力画像信号を形成するようにした画像情報変換装置において、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第1の画像切り出し手段と、第1の画像切り出し手段によって切り出される画像データを用いて動き量を算出し、算出した動き量に基づいて、動きを表す動きクラスを決定し、決定される動きクラスに係る情報を出力する空間クラス抽出手段と、動きクラス抽出手段の出力と、空間クラス抽出手段の出力とを合成してクラスを決定するクラスコード発生手段と、クラスコード発生手段の出力に対応して予め決定された予測係数データを記憶する記憶手段と、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第3の画像切り出し手段と、クラスコード発生手段の出力に従って、記憶手段から選択される予測係数データと、第3の画像データ選択手段によって得られる画像データとを使用して、出力画像信号を推定するための演算処理を行う演算処理手段とを有することを特徴とする画像情報変換装置である。

【0021】請求項9の発明は、入力画像信号から走査線構造の異なる出力画像信号を形成するようにした画像情報変換装置において、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第1の画像切り出し手段と、第1の画像切り出し手段によって切り出される画像データを用いて動き量を算出し、算出した動き量に基づいて、動きを表す動きクラスを決定し、決定される動きクラスに係る情報を出力する空間クラス抽出手段と、動きクラス抽出手段の出力と、空間クラス抽出手段の出力とを合成してクラスを決定するクラスコード発生手段と、クラスコード発生手段の出力に対応して予め決定された予測係数データを記憶する記憶手段と、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第3の画像切り出し手段と、クラスコード発生手段の出力に従って、記憶手段から選択される予測係数データと、第3の画像データ選択手段によって得られる画像データとを使用して、出力画像信号を推定するための演算処理を行う演算処理手段とを有することを特徴とする画像情報変換装置である。

【0022】請求項9の発明は、入力画像信号から走査線構造の異なる出力画像信号を形成するようにした画像情報変換装置において、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第1の画像切り出し手段と、第1の画像切り出し手段によって切り出される画像データを用いて動き量を算出し、算出した動き量に基づいて、動きを表す動きクラスを決定し、決定される動きクラスに係る情報を出力する空間クラス抽出手段と、動きクラス抽出手段の出力と、空間クラス抽出手段の出力とを合成してクラスを決定するクラスコード発生手段と、クラスコード発生手段の出力に対応して予め決定された予測係数データを記憶する記憶手段と、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第3の画像切り出し手段と、クラスコード発生手段の出力に従って、記憶手段から選択される予測係数データと、第3の画像データ選択手段によって得られる画像データとを使用して、出力画像信号を推定するための演算処理を行う演算処理手段とを有することを特徴とする画像情報変換装置である。

【0023】請求項9の発明は、入力画像信号から走査線構造の異なる出力画像信号を形成するようにした画像情報変換装置において、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第1の画像切り出し手段と、第1の画像切り出し手段によって切り出される画像データを用いて動き量を算出し、算出した動き量に基づいて、動きを表す動きクラスを決定し、決定される動きクラスに係る情報を出力する空間クラス抽出手段と、動きクラス抽出手段の出力と、空間クラス抽出手段の出力とを合成してクラスを決定するクラスコード発生手段と、クラスコード発生手段の出力に対応して予め決定された予測係数データを記憶する記憶手段と、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第3の画像切り出し手段と、クラスコード発生手段の出力に従って、記憶手段から選択される予測係数データと、第3の画像データ選択手段によって得られる画像データとを使用して、出力画像信号を推定するための演算処理を行う演算処理手段とを有することを特徴とする画像情報変換装置である。

【0024】請求項9の発明は、入力画像信号から走査線構造の異なる出力画像信号を形成するようにした画像情報変換装置において、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第1の画像切り出し手段と、第1の画像切り出し手段によって切り出される画像データを用いて動き量を算出し、算出した動き量に基づいて、動きを表す動きクラスを決定し、決定される動きクラスに係る情報を出力する空間クラス抽出手段と、動きクラス抽出手段の出力と、空間クラス抽出手段の出力とを合成してクラスを決定するクラスコード発生手段と、クラスコード発生手段の出力に対応して予め決定された予測係数データを記憶する記憶手段と、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第3の画像切り出し手段と、クラスコード発生手段の出力に従って、記憶手段から選択される予測係数データと、第3の画像データ選択手段によって得られる画像データとを使用して、出力画像信号を推定するための演算処理を行う演算処理手段とを有することを特徴とする画像情報変換装置である。

【0025】請求項9の発明は、入力画像信号から走査線構造の異なる出力画像信号を形成するようにした画像情報変換装置において、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第1の画像切り出し手段と、第1の画像切り出し手段によって切り出される画像データを用いて動き量を算出し、算出した動き量に基づいて、動きを表す動きクラスを決定し、決定される動きクラスに係る情報を出力する空間クラス抽出手段と、動きクラス抽出手段の出力と、空間クラス抽出手段の出力とを合成してクラスを決定するクラスコード発生手段と、クラスコード発生手段の出力に対応して予め決定された予測係数データを記憶する記憶手段と、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第3の画像切り出し手段と、クラスコード発生手段の出力に従って、記憶手段から選択される予測係数データと、第3の画像データ選択手段によって得られる画像データとを使用して、出力画像信号を推定するための演算処理を行う演算処理手段とを有することを特徴とする画像情報変換装置である。

を決定するクラスコード発生ステップと、クラスコード発生ステップの結果に対応して予め決定された予測係数データを記憶する記憶ステップと、入力画像信号から所定の位置の画像データを切り出す第3の画像切り出しステップと、クラスコード発生ステップの結果に従って、記憶ステップから選択される予測係数データと、第3の画像データ選択ステップによって得られる画像データとを使用して、出力画像信号を推定するための演算処理を行う演算処理ステップとを有することを特徴とする画像情報変換装置である。

【0021】以上のような発明によれば、ブロックマッチング法等の方法によって検出される動き量に基づいて、よりきめ細かい動きクラスを算出することができ、

【0022】

【発明の実施の形態】以下、この発明の一実施形態について説明する。なお、入力画像信号としてのSD信号/出力画像信号としてのHD信号との組合わせとして、例えば525i信号(走査線数が525本のインターレース信号)/525p信号(走査線数が525本のプログレッシブ信号)、525i信号/1050i信号(走査線数が1050本のインターレース信号)等を使用する場合に、この発明を適用することができる。

【0023】図1は、この発明の一実施形態の全体的な構成を示すブロック図である。入力端子1を介して例えばNTSC方式の信号がSD画像信号として供給される。SD画像信号は、領域切り出し部4および7、並びに遅延回路12に供給される。領域切り出し部4は、動きクラスの決定に必要とされる画像をSD画像信号から切り出し、切り出した画像を動きクラス決定回路5に供給する。動きクラス決定回路5は、ブロックマッチング法等の方法によって動き量を検出する。

【0024】ここで、入力画像信号としてのSD画像と出力画像信号としてのHD画像との位置関係を図2に示す。ここで、大きなドットがSD画像を示し、また、小さなドットがHD画像を示す。HD画像には、同一フィールド内で見た場合に、SD画像から近い位置に存在する y_1 と、SD画像から遠い位置に存在する y_2 との2種類の信号がある。以下の説明においては、HD画像 y_1 を推定するモードをモード1と表記し、また、HD画像 y_2 を推定するモードをモード2と表記する。

【0025】ここで、動きクラスの検出のために領域切り出し部4によって切り出される画像配置の一例を図3に示す。生成すべきHD画像値 y_1, y_2 に対して n 、 $1, n+1, \dots, n+5$ に対して水平方向に左右2画素の位置にある全体で 5×5 の(計25画素からなる)ブロック(以下、ブロック1と表記する)が切り出される。また、 m_1, m_2, m_3, m_4, m_5 、および $m_1 \sim m_5$ に対して水平方向に左右2画素の位置を成す全体で 5×5 の(計25画素からなる)ブロック(以下、ブロック1と

【0026】そして、動きクラス決定回路5は、以下の式(2)に従って動きクラス mv_class を計算する。

【0027】

$$mv_class = (v_x + s_x) \times (s_y \times 2 + 1) + (v_y + s_y) \quad (2)$$

ここで、 v_x は水平方向の動き量、 v_y は垂直方向の動き量である。また、 s_x は水平方向のサーチ範囲の絶対値であり、 s_y は垂直方向のサーチ範囲の絶対値である。

【0028】例えば、動き量のサーチ範囲が $(\pm 8, \pm 8)$ であり、検出された動き量が $(+3, -2)$ である場合には、動きクラス mv_class は、次のように計算される。

$$mv_class = (3 + 8) \times (8 \times 2 + 1) + (-2 + 8) = 193$$

なお、動き検出方法は、ブロックマッチング法以外の方

法、例えば勾配法、位相関法等によって行うようにしても良い。

【0030】このようにして決定される動きクラスが図1中の領域切り出し部2、およびクラスコード発生回路6に供給される。領域切り出し回路2には、さらに、遅延回路12の出力、すなわち遅延させられたSD画像信号が供給される。領域切り出し回路2は、空間クラスの決定に必要とされる画像をSD画像信号から切り出し、切り出した画像をADRC回路3に供給する。なお、遅延回路12は、動きクラス決定回路5の動作に要する時間等に応じて、動きクラスが領域切り出し回路2に供給されるタイミングと、入力端子1を介して入力されるSD画像信号が領域切り出し回路2に供給されるタイミングとの間に生じるずれを補償する。

【0031】領域切り出し部2によって切り出される画像配置の一例を図4に示す。ここでは、生成すべきHD画像値 y_1, y_2 に対して k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 が空間クラスの決定のために切り出される。

【0032】ADRC回路3は、空間内クラス分類、すなわち供給されるSD画像信号の空間内波形状の少ないビット数によるパターン化を主たる目的として、領域切り出し回路2の出力を例えば8ビットのSDデータから2ビットのSDデータに圧縮する演算を行う。ADRCは、本来、VTR(Video Tape Recorder)向け高効率符号化用に開発された適応的再量子化法であるが、信号レベルの局所的なパターンを短い語長で効率的に表現できるので、この発明の一実施形態では、ADRCを空間クラス分類のコード発生に使用している。ADRCは、空間クラスマップのダイナミックレンジをDR、ビット割当

をn、空間クラスタップの面素のデータレベルをL、再

量子化コードをQとして、以下の式(3)により、最大

値MAXと最小値MINとの間を指定されたビット長で*

$$DR = \text{MAX} - \text{MIN} + 1$$

$$Q = \{ (L - \text{MIN} + 0.5) \times 2 / DR \} \quad (3)$$

但し、() は切り捨て処理を意味する。

【0034】この発明の一実施形態において、ADRC出力に、推定演算回路10における処理のタイミングを合わせるために必要な遅延を施す。

【0036】一方、クラスコード発生回路6は、ADR C回路3から供給される空間クラスと、動きクラス決定回路5から供給される動きクラスに基づいて以下の式と表記する。これらのパターン圧縮データがクラスコード発生回路6に供給される。

【0035】一方、領域切り出し回路7は、供給されるSD画像信号から推定演算に使用する面素を切り出す。

切り出される面素配置の一例を図5に示す。この一例では17個の面素 $x_1 \sim x_{17}$ が切り出される。領域切り出し回路7の出力は、遅延回路8を介して推定演算回路10*

$$class = \sum_{i=0}^n q_i (2^i)^{mv_class \cdot 2^{pn}} \quad (4)$$

【0038】ここで、n、pの値は、例えば $n=5$ 、 $p=2$ とすれば良い。

【0039】メモリ9には、SD画像に対応するHDD画像を算出するための係数データが各クラス毎に記憶されている。かかる係数データは、SD画像信号を、より高い解像度を有するHDD画像信号に変換するための情報である。この発明の一実施形態では、係数データがモード1とモード2に対して独立に用いられる。メモリ9は、クラスコード発生回路6から供給されるクラスコード $class$ を抽出しアドレスとして、そのクラスについての係数データである $w_1 (class)$ を出力する。メモリ9から出力される係数データは、推定演算回路10に供給される。なお、メモリ9に記憶されている係数データの学習による作成方法については後述する。

【0040】推定演算回路10は、遅延回路8を介して*

$$hd' = w_1 \times x_1 + w_2 \times x_2 + w_3 \times x_3 + \dots + w_{17} \times x_{17} \quad (5)$$

このようにして作成されるHDD画像データが水平補間フィルタ11に供給される。水平補間フィルタ11として、従来から使用されているものを用いることができる。すなわち、供給される信号に補間処理を施すことによって水平方向の画素数を2倍とする。水平補間フィルタ11の出力は、出力端子12を介して出力される。かかる出力は、例えばHDDテレビジョン受像機やHDDビデオプレーンコダ装置等に供給される。

【0043】次に、メモリ9に記憶される係数データの作成について図6を参照して説明する。かかる係数データを学習によって得るために、既知のHDD画像信号に対する、当該HDD画像信号の1/4の画素数を有するSD画像信号をまず形成する。具体的には、垂直間引きフィルタ22によってフィールド内の垂直方向の間隔数が

を、領域切り出し回路24と、クラスコード発生回路28とに供給する。

【0045】領域切り出し回路24には、さらに、遅延回路34の出力、すなわち遅延させられたSD画像信号が供給される。領域切り出し回路24は、空間クラスの決定に必要とされる面素をSD画像信号から切り出し、切り出した面素をADRC回路25に供給する。なお、遅延回路34は、動きクラス決定回路27の動作に要する時間等に起因し、動きクラスが領域切り出し回路24に供給されるタイミングと、水平間引きフィルタ23が出力するSD画像信号が領域切り出し回路24に供給されるタイミングとがずれないように対処するために設けられている。

【0046】ADRC回路25は、供給されるSD画像信号の1次元性、または2次元性なレベル分布のパターンを検出すると共に、領域切り出し回路25の出力を例えば8ビットのSDデータから2ビットのSDデータに圧縮する演算を行う。そして、かかる演算によって生成されるパターン圧縮データをクラスコード発生回路28に供給する。クラスコード発生回路28は、図1中のクラスコード発生回路6と同様なものである。すなわち、クラスコード発生回路28は、供給されるパターン圧縮データ(空間クラス)と、動きクラス決定回路27から供給される動きクラスとに基づいて演算を行って各ブロックが属するクラスを抽出し、そのクラスを示すクラスコードを正規方程式加算回路31に供給する。

* $y = w_1 \times x_1 + w_2 \times x_2 + \dots + w_n \times x_n$ (6)

学習は、クラス毎に複数の画像信号データ(トレーニングデータと称する)に対して、トレーニングデータグデータと称する)場合、式(1)に従って、以下の※3の総数をmと表記する場合、式(1)に従って、以下の※3

$$y = w_1 \times x_1 + w_2 \times x_2 + \dots + w_n \times x_n \quad (6)$$

学習は、クラス毎に複数の画像信号データ(トレーニングデータと称する)に対して、トレーニングデータグデータと称する)場合、式(1)に従って、以下の※3の総数をmと表記する場合、式(1)に従って、以下の※3

$$y = w_1 \times x_1 + w_2 \times x_2 + \dots + w_n \times x_n \quad (7)$$

$$(k=1, 2, \dots, m)$$

m>nの場合、予測係数 w_1, \dots, w_n は一意に決ま

らないので、誤差ベクトル e_k の要素 e_k を以下の式(8)で定義し、さらに、式(9)によって定義される

誤差ベクトル e を最小とするように予測係数を定めるよ*

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$(k=1, 2, \dots, m)$$

【0052】 ☆ [数2]

$$e^2 = \sum_{k=0}^m e_k^2 \quad (9)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

* 【0047】一方、領域切り出し回路29は、図1中の領域切り出し回路8と同様なものであり、水平間引きフィルタ23から出力されるSD画像信号から、生成すべき面素を得るための推定演算において使用するSD面素を切り出す。領域切り出し回路29の出力は、遅延回路30を介して正規方程式加算回路31に供給される。なお、遅延回路30は、領域切り出し回路29の出力に対して正規方程式加算回路31における処理のタイミングを合わせるために必要な遅延を施す。

【0048】ここで、正規方程式加算回路31の説明のために、複数のSD面素からHDD面素への交換を行う際に使用される予測式の学習と、その予測式を用いた信号変換について説明する。以下の説明は、n面素を用いて予測を行う、一般的な場合についてのものである。n個のSD面素レベルを $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ と表記し、それらにpビットADRCを行った結果の再量子化データをそれぞれ $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ と表記する。さらに、n個のSD面素レベルを $x_1 \sim x_n$ を含む領域のクラス $class$ を、上述の式(4)で定義する。

【0049】そして、各クラスについて学習によって決められる係数 w_1, \dots, w_n によるnタップの線形推定式(以下の式(6))を設定する。ここで、係数 w_1, \dots, w_n は、学習によって決められるものであり、学習前には未定係数である。

$$y = w_1 \times x_1 + w_2 \times x_2 + \dots + w_n \times x_n \quad (6)$$

※式(7)が設定される。

【0050】

$$y = w_1 \times x_1 + w_2 \times x_2 + \dots + w_n \times x_n \quad (7)$$

$$(k=1, 2, \dots, m)$$

m>nの場合、予測係数 w_1, \dots, w_n は一意に決ま

らないので、誤差ベクトル e_k の要素 e_k を以下の式(8)で定義し、さらに、式(9)によって定義される

【0051】

誤差ベクトル e を最小とするように予測係数を定めるよ*

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$(k=1, 2, \dots, m)$$

【0052】 ☆ [数2]

$$e^2 = \sum_{k=0}^m e_k^2 \quad (9)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (8)$$

【0053】式(9)の e^2 を最小とする予測係数を求めれば良い。

めるための実質的な計算方法としては、 e^2 を予測係数 $w_i (i=1, 2, \dots)$ で偏微分し(式(10))、iの各値

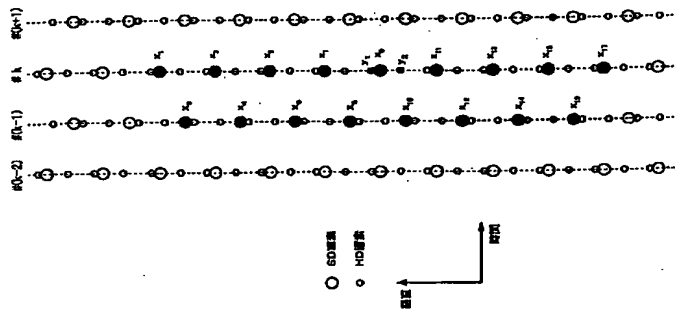
【数3】

について偏微分値が0となるように各予測係数 w_i を定め

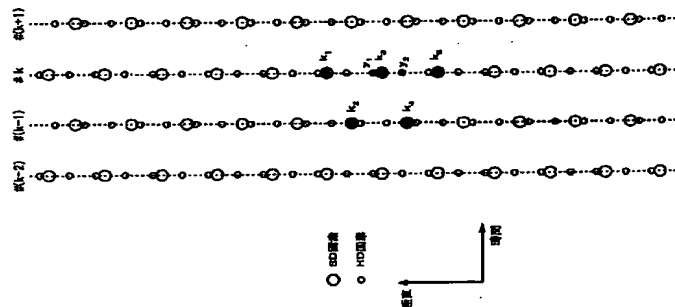
$$\frac{\partial e^2}{\partial w_i} = \sum_{k=0}^m 2 \left(\frac{\partial e_k}{\partial w_i} \right) e_k = \sum_{k=0}^m 2 x_{ki} \cdot e_k \quad (10)$$

【0055】式(10)から各予測係数 w_i を定める具50 体的な手順について説明する。式(11)、(12)の

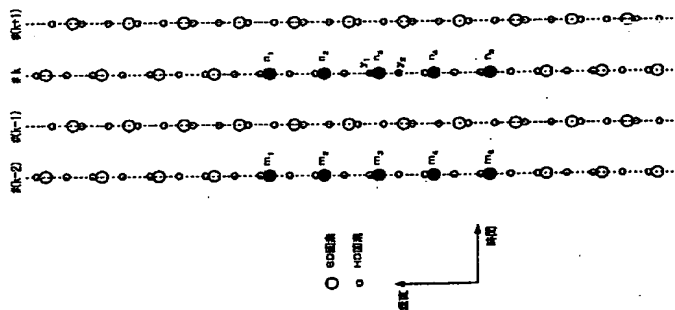
【図 5】



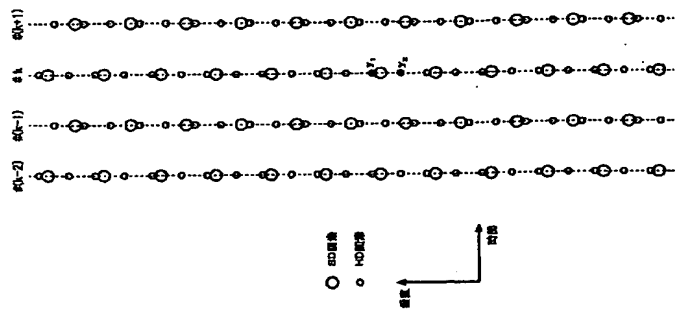
【図 4】



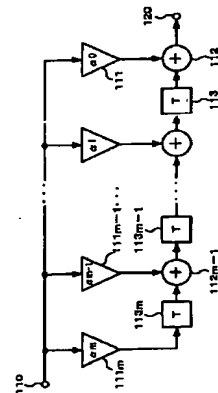
【図 3】



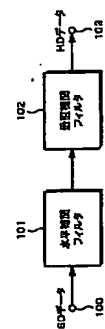
【図 2】



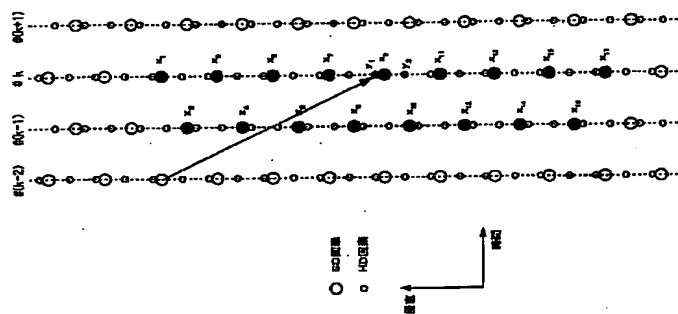
【図 8】



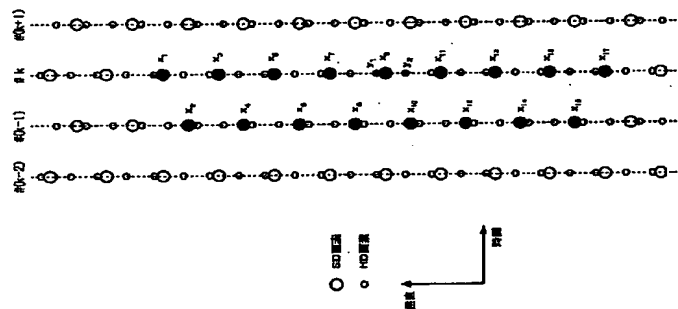
【図 7】



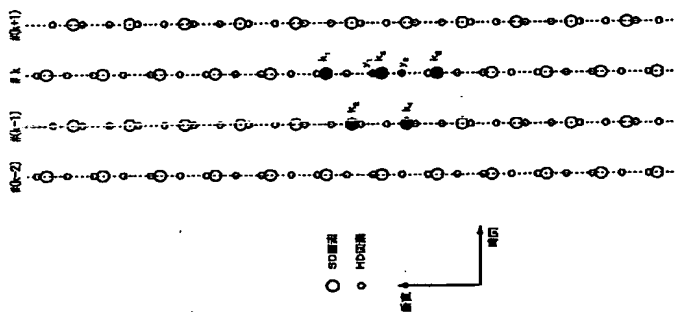
【図 12】



【図 11】



【図 10】



【図 9】

